Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 23, No. 1, Spring 2025, p. 77-90

Investigating the Effect of U46 Combi Fluid and Bromicide MA Herbicides in Different Growth Stages of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) on Weeds Control and Yield of Dryland Wheat

S. Porheidar Ghafarbi[1*], J. Jafarzadeh[1], G. R. Gahramanian[1], M. Kohestani[2]

1- Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran
2- Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Maragheh University, Maragheh, Iran
(*- Corresponding Author Email: porheidarghafar@ut.ac.ir)

Received: 01 May 2024 Revised: 21 October 2024 Accepted: 26 October 2024 Available Online: 02 March 2025	**How to cite this article:** Porheidar Ghafarbi, S., Jafarzadeh, J., Gahramanian, G. R., & Kohestani, M. (2025). Investigating the Effect of U46 Combi Fluid and Bromicide MA Herbicides in Different Growth Stages of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) on Weeds Control and Yield of Dryland Wheat. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *23*(1), 77-90. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.87849.1322

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is important in the food regime of three-quarters of the world's population because it is nutritious and cheap compared to other similar foods. The competition between wheat and weeds is considered as one of the most important limitations of global wheat production. In Iran, weeds are of particular importance in reducing wheat yield, and according to the surveys, the average damage caused by weeds in the country's wheat fields is 23%. The most common way to manage wheat weeds is herbicide application. Every crop resists herbicides at a given growth stage, otherwise, herbicide application will damage the main crop. In recent years, the most frequent broadleaf herbicides used for weed chemical control in wheat are 2-4-D + MCPA (U46 combi fluid). To apply the 2,4-D herbicide, wheat should be at the tillering to the appearance of the first visible node stage. Application of 2,4-D after the first node will cause spike deformation and yield reduction due to the adverse effect of herbicide on sporogenesis. This study investigated different application times effects of 2-4-D + MCPA (U46combifluid) and Bromoxynil + MCPA (Bromicide MA) on winter wheat yield and weed control. The study aimed to determine the application time of the best herbicide with minimal damage on dryland wheat.

Materials and Methods

To investigate the effect of hormone herbicides on weeds and the yield of dryland bread wheat in different vegetative growth stages in cold dryland areas, a field experiment was conducted as a randomized complete block design arrangement with four replications during 2021-23 cropping seasons at the Dryland Agriculture Research Institute, Maragheh, East Azerbaijan. Treatments included the application of 2-4-D + MCPA (U46combifluid) and Bromoxynil + MCPA (Bromicide MA) (1.5 L ha^{-1}) at the tillering (Z29), the 2nd node (Z32), and the booting stages (Z45) with two control treatments of weeding (weed infested) and no weeding (weed free). The Varan wheat cultivar was sown at a depth of 4–6 cm with a seeding density of 380 seeds per square meter. To evaluate weed type and density (plant m^{-2}), sampling was done 30 days after herbicide

https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.87849.1322

application. The crop was harvested at full maturity to collect data for grain yield and a thousand grain weight and grain/spike. After checking the normality of the data, they were analyzed with GenStat (V.12) software and the mean comparison was performed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% probability level.

Results and Discussion

The results indicated that the weed growth time is affected by the rainfall in dryland conditions so that in the 2021-2 year, the main spring precipitations occurred in May while in the 2022-23 year, it happened in April. Therefore, for the first cropping season, the highest weed density was recorded in the second node stage whereas at the tillering stage in the second cropping season. In the first year, due to lower rainfall, and drought stress, a further decrease in wheat yield was observed in response to the delayed herbicide application so that it was higher in the 2-4-D + MCPA herbicide treatment. In the 2021-22 year, the lowest yields were recorded for 2-4-D + MCPA and Bromoxynil + MCPA herbicides in the booting stage with 1568 and 1710 kg ha^{-1}, respectively. In the 2022-23 year, the lowest grain yield was observed for 2-4-D + MCPA in the second node, and booting stages, respectively, 1701 and 1747 kg ha^{-1}.

Conclusion

Based on the results, wheat is more sensitive to delayed application of 2-4-D + MCPA and reduces wheat yield more, in contrast, it is more tolerant to bromoxynil + MCPA herbicide (Bromicide MA), and it can be applied up to the 2^{nd} node stage (Z32).

Keywords: Biomass, Chemical control, Density, Dryland

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۲۳، شماره ۱، بهار ۱٤۰٤، ص ۹۰-۷۷

بررسی اثر علف‌کش‌های یو٤٦کمبی فلوید و برومایسیدامآ در مراحل مختلف رشدی گندم (*Triticum aestivum* L.) بر مهار علف‌های هرز و عملکرد گندم دیم

سهیلا پورحیدرغفاربی[1]، جعفر جعفرزاده[1]، غلامرضا قهرمانیان[1]، محمد کوهستانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵

چکیده

علف‌های هرز یکی از عوامل کاهش‌دهنده عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) می‌باشد. جهت بررسی اثرات کاربرد علف‌کش‌های هورمونی بر علف‌های هرز و عملکرد گندم دیم در مراحل مختلف رشد گندم، آزمایشی بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی دو سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۰ در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم در مراغه اجرا شد. تیمارها شامل کاربرد علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (۱/۵ لیتر در هکتار) و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ (۱/۵ لیتر در هکتار) در سه مرحله ۱- پنجه‌زنی کامل (Z29)، ۲- گره دوم ساقه (Z32) و ۳- تورم غلاف برگ پرچم (Z45) و دو شاهد وجین و عدم وجین بود. نتایج نشان داد که در شرایط دیم، زمان سبز شدن علف‌های هرز با بارندگی ارتباط دارد. در سال اول عمده بارندگی‌های بهاره در اردیبهشت ماه و در سال دوم در فروردین ماه رخ داد، در نتیجه بیشترین تراکم علف‌های هرز در سال اول در مرحله گره دوم ساقه گندم و در سال دوم در مرحله پنجه‌زنی گندم ثبت شد. در سال اول کمترین عملکرد برای علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ در مرحله تورم غلاف برگ پرچم به‌میزان ۱۵۶۸ و ۱۷۱۰ کیلوگرم در هر هکتار و در سال دوم فقط برای توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ در مرحله گره دوم ساقه و تورم غلاف برگ پرچم به‌ترتیب به‌میزان ۱۷۰۱ و ۱۷۴۷ کیلوگرم در هکتار ثبت شد. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، گندم به کاربرد تأخیری علف‌کش بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ متحمل بوده و می‌توان این علف‌کش را تا گره دوم نیز به‌کار برد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، دیم، زیست‌توده، کنترل شیمیایی

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) در الگوی غذایی سه‌چهارم جمعیت جهان که عمدتاً شامل ملل فقیر و کم‌درآمد می‌باشد، به‌دلیل مغذی و ارزان بودن نسبت به سایر مواد غذایی مشابه، جایگاه مهمی دارد. گندم در کشاورزی ایران نقش محوری ایفا می‌کند و آردی که از آن به دست می‌آید، عمدتاً به تولید نان می‌رسد. حدود ۶۳ درصد سطح زیر کشت گندم و ۴۰ درصد تولید آن در ایران به‌صورت دیم می‌باشد. آمار نشان می‌دهد که میانگین گندم دیم در ایران (در پنج سال اخیر ۱۰۴۷ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با میانگین جهانی (۱۳۰۰ الی ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) بسیار پایین است (Faizi *et al*., 2015). در میان عوامل کاهش‌دهنده تولید گندم کشور، علف‌های هرز از اهمیت خاصی برخوردار بوده و براساس مطالعات انجام‌شده، میانگین خسارت علف‌های هرز مزارع گندم کشور ۲۳ درصد می‌باشد (Dehghan Benadaki, 2017). استفاده از روش‌های مدیریت علف‌های هرز باید به صورتی باشد که ضمن حفظ تنوع گیاهی و خصوصیات مناسب در زیست‌بوم یا محیط زیست موجب کاهش خسارت آن‌ها در محصولات زراعی شود (Scursoni *et al*., 2014). یک علف‌کش هنگامی انتخابی عمل نموده و بدون آسیب به گیاه زراعی، علف‌هرز هدف را مهار می‌کند که زمان و میزان مصرف و همچنین شیوه کاربرد آن‌ها بر پایه توصیه‌های فنی رعایت شود. در غیر این صورت، کاربرد علف‌کش نه‌تنها موجب افزایش بازدهی محصول نمی‌شود، بلکه ممکن است با ایجاد خسارت، عملکرد آن را کاهش دهد، کشاورزان بسته به هزینه سموم مورد نیاز، در دسترس بودن علف‌کش، زمان مناسب برای سم‌پاشی (زمان توصیه‌شده برای هر محصول به‌طور مثال در گندم از زمان پنجه زدن تا پیدایش اولین گره ساقه) و مناسب

۱- مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: porheidarghafar@ut.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.87849.1322

بودن شرایط جوی و گاورو بودن خاک، از علف‌کش‌ها استفاده می‌کنند. هر گیاه زراعی در یک مرحله خاص از دوره رویش خود به علف‌کش متحمل است و از سوی دیگر علف هرز نیز در دوره‌ای از رویش خود به آن حساس می‌باشد. اگر زمان توصیه‌شده رعایت نشود، کاربرد علف‌کش یا موجب خسارت به محصول می‌شود و یا کارآیی لازم را در مهار علف‌های هرز نخواهد داشت. مهار زود هنگام علف‌های هرز در صورت مناسب بودن شرایط جوی و مرحله رشدی مناسب محصول و علف هرز هم ساده‌تر است و هم خسارت کمتری در گیاه زراعی را به دنبال خواهد داشت (Montazeri, Zand, & Baghestani, 2005). در ارتباط با زمان مناسب برای استفاده از علف‌کش‌های انتخابی مزارع گندم، گزارش‌های متنوعی وجود دارد (Montazeri *et al*., 2005).

در ایران تا سال ۱۳۹۴، ۲۲ علف‌کش برای گندم به ثبت رسیده بود که از میان این علف‌کش‌ها، نه علف‌کش مخصوص علف‌های هرز باریک‌برگ، هشت علف‌کش مخصوص علف‌های هرز پهن‌برگ و پنج علف‌کش دومنظوره هستند (Zand, Mousavi, & Heidari, 2008). علف‌کش‌های اکسینی، اولین علف‌کش‌های آلی انتخابی مورد استفاده در کشاورزی بوده و بیش از ۵۰ سال سابقه کاربرد برای مهار انتخابی علف‌های‌هرز پهن‌برگ در غلات را دارند (Zheng & Hall, 2001()). برخی از محققان معتقدند که تأخیر در زمان کاربرد مصرف علف‌کش‌های اکسینی بر عملکرد تاثیر سوء دارد (Martin, 1998). از جمله علف‌کش‌های اکسینی پرکاربرد در مهار علف‌های هرز پهن‌برگ توفوردی می‌باشد. متحمل‌ترین مرحله رشدی گندم به کاربرد توفوردی از شروع پنجه‌زنی تا پیش از دومین گره در ساقه گندم گزارش شده است (Montazeri, Baghestani, & Zand, 2015). کاربرد توفوردی پس از اولین گره می‌تواند باعث کاهش اجزای عملکرد از طریق تداخل در فرآیند تولید دانه گرده گردد (Roman, Vargas & Rodrigues, 2006). کاربرد توفوردی در اواخر پنجه‌زنی، بیشترین عملکرد گندم را نسبت به سایر زمان‌های کاربرد در پی داشته است (Mohajery, Allahverdi, & Zand, 2007). در گندم کاربرد توفوردی نباید پس از مرحله غلاف بستن[1] انجام شود، زیرا این تیمار موجب کاهش ارتفاع، تأخیر در رسیدگی و کاهش عملکرد دانه از طریق جلوگیری از تقسیم سلولی و رشد در ناحیه مریستمی می‌شوند (Klingman & Ashton, 1991). مهم‌ترین دلیل حساسیت گندم به علف‌کش‌ها و کاهش عملکرد، تغییرات فیزیولوژیکی در زمان انتقال از فاز رویشی به زایشی، گزارش شده است (Nice, Johnson, & Bauman, 2003). منتظری و فرزانه (Montazeri & Farzaneh, 1982) گزارش کردند که کاربرد توفوردی در مرحله دو الی چهار برگی گندم سبب کاهش ۲۰ درصدی محصول گندم می‌گردد. براساس همین تحقیق، حساس‌ترین مرحله کاربرد توفوردی در گندم، آغاز مرحله ظهور سنبله می‌باشد. گندم از مرحله جوانه‌زنی تا چهار برگی و از ساقه‌دهی تا مرحله خمیری نرم نسبت به علف‌کش‌های گروه فنوکسی آسیب‌پذیراست (Whitesides, 1983) و کاربرد علف‌کش‌های هورمونی بعد از به ساقه رفتن گندم منجر به پیچیدگی و بدشکلی ساقه شده و عملکرد را کاهش می‌دهد (Lee, 1996). سمپاشی گندم با علف‌کش‌های هورمونی پس از مرحله ۳۱ زادکس (تشکیل اولین گره) سبب غیر طبیعی شدن بوته‌های گندم می‌شود (Miller & Travis, 1992). اگر علف‌کش‌های هورمونی قبل از شروع پنجه‌زنی یا بعد از سنبله‌دهی استفاده شوند، به عملکرد گندم لطمه می‌زنند (Johnson & Nice, 2005). به اعتقاد لوکس و همکاران (Loux *et al*., 2007)، زمان مصرف علف‌کش برومایسینیل + امسی‌پی‌آ (برومایسیداماً) باید قبل از تشکیل گره اول ساقه گندم (۳۰ زادوکس) باشد. بنا به گزارش مارمای (Marmaei, 2006)، کاربرد علف‌کش‌های هورمونی توفوردی + امسی‌پی‌آ، برومایسیدام آ و دیکلوربر پ + مکوپروب + امسی‌پی‌آ در مرحله دو تا سه برگی سبب کاهش عملکرد گندم می‌شود. براساس تحقیقات میلر و تراویس (Miller & Travis, 1992)، بهترین زمان مصرف توفوردی و علف‌کش‌های هورمونی در گندم محدود به پنجه-زنی کامل تا گره اول است. الخطیب (Al-Khatib, 1995) نیز توصیه کرده است که توفوردی و امسی‌پی‌آ فقط از زمان پنجه‌زنی کامل تا شروع به ساقه رفتن گندم استفاده شود و گندم از این مرحله تا خمیری نسبت به این سموم حساس است و در صورت استفاده از سموم فوق در این مراحل باعث کاهش عملکرد گندم می‌گردد. بورلین (Beuerlein, 2007) معتقد است که سمپاشی علف‌کش‌های هورمونی باید در مرحله ۳۱-۳۰ زادوکس انجام گیرد. بعد از این مراحل، گندم وارد فاز سنبله شده و کاربرد علف‌کش در این زمان باعث غیر طبیعی شدن سنبله و عقیمی بذر در گندم می‌شود.

یکی از مهم‌ترین دلایل ضعف مدیریتی علف‌های هرز، مبارزه دیرهنگام می‌باشد. در شرایط دیم، زمان و میزان سبزشدگی علف‌های هرز به دما و بارندگی وابسته بوده و ممکن است علف‌های هرز در زمان توصیه‌شده برای کاربرد علف‌کش‌ها در مزارع گندم (از ابتدا تا انتهای پنجه‌زنی) سبز نگردند یا درصد کمتری سبز گردد، یا به‌دلیل شرایط نامساعد محیطی (بارندگی و عدم امکان ورود به مزرعه، وزش باد، افت شدید دما و ...) سمپاشی با تأخیر صورت گیرد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش‌های هورمونی رایج برعملکرد گندم و مهار علف‌های هرز در شرایط دیم سردسیر اجرا شد.

1- Booting

مواد و روش‌ها

جهت بررسی تـأثیر کـاربرد علف‌کش‌هـای هورمـونی در مراحـل مختلف رشد رویشی گنـدم بـر علـف‌هـای هـرز و عملکـرد و اجـزای عملکرد گندم نان زمستانه دیم، آزمایشـی بـر پایـه بلوک‌هـای کامـل تصادفی با چهار تکرار طی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه اجـرا شـد. دشـت مراغـه- هشترود که در بـین شـهرهای مراغـه و هشـترود واقـع شـده اسـت، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های کشت دیم گندم مطرح می‌باشد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه (منطقه سردسیر نیمـه‌خشـک) کـه در ایـن دشـت واقـع شـده اسـت، در جنـوب شـرقی اسـتان آذربایجان‌شرقی واقع در ۲۵ کیلومتری جاده مراغـه – هشـترود در ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شـمالی واقع شده که از یک اقلیم نیمه‌خشک سرد هم‌مرز با فراسرد برخـوردار است. تیمارهای علف‌کشی شامل ۱- توفوردی + ام‌سی‌پـی‌آ (یـو ۴۶ کمبـی فلوئـد) ۱/۵ لیتـر در هکتـار، ۲- بروموکسـینیل + ام‌سـی‌پـی‌آ (برومایسیدامآ) ۱/۵ لیتر در هکتار در سه مرحله مختلف رشـدی گنـدم ۱- پنجه‌زنی کامل (Z29) ۲- گره دوم ساقه (Z32) و ۳- تورم غلاف برگ پرچم (Z45) و دو شاهد وجین کامل علف هرز و عدم وجین بود. رقم گندم واران با تـراکم ۳۸۰ دانـه در مترمربـع بـا کارنـده بـذرکار- کودکـار آسـکه ۲۲۰۰ در نیمـه دوم مهـر مـاه (۱۴۰۰/۷/۱۸ و ۱۴۰۱/۷/۱۹) و در عمق چهار الی شش سانتی‌متری کشت شد. فاصله بین دو بلوک دو متر، و فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر و ابعاد هـر کـرت آزمایش ۸ × ۵ متر و در ۲۲ ردیف کاشت بود (مساحت کـل آزمـایش ۱۵۰۰ مترمربع). اولین بارندگی مؤثر در سال اول در ۸ و ۹ آبـان مـاه به‌میزان ۲۰/۱ میلی‌متر و در سال دوم ۹ و ۱۰ آذر ماه به‌میـزان ۲۲/۳ میلی‌متر رخ داد. تاریخ سبز شدن در سـال اول ۲۲ آذر مـاه و در سـال دوم ۱۰ دی ماه ثبت شد. سم‌پاشی با سم‌پاش پشتی موتوری با نـازل بادبزنی و فشار ۲ تا ۲/۵ بار و میزان آب مصرفی ۲۵۰ لیتـر در هکتـار انجام شد. مصرف کود نیتروژنه و فسفاته براساس آزمون خاک از منبع اوره (۹۰ کیلوگرم) و سوپرفسفات تریپـل (۵۰ کیلـوگرم) و بـه‌صـورت جای‌گذاری (۵-۴ سانتی‌متر زیـر بـذر) انجـام گردیـد (Faizi *et al.*, 2015). برای بررسی تأثیر علف‌کش‌هـا و زمان‌هـای مختلـف کـاربرد آن‌ها روی علف‌های هرز، نمونه‌برداری با استفاده از کـوادرات ۰/۵ در ۰/۵، ۳۰ روز پس از کاربرد علف‌کش‌ها در هـر مرحلـه رشـدی گنـدم صورت گرفت و نوع و تراکم علف‌های هـرز بـه تفکیـک گونـه ثبـت گردید. در انتهای فصل رشد، بعد از رسیدگی فیزیولـوژیکی محصـول، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (سطح اندازه گیری ۲ × ۵ متر)، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله (از میانگین ۱۰ بوته) اندازه‌گیری شـد. تجزیه و تحلیل آماری پارامترهای مورد مطالعه تـوس نـرم‌افزارهـای Genstat۱۲ انجام و مقایسه میـانگین‌هـا به‌وسـیل آزمـون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

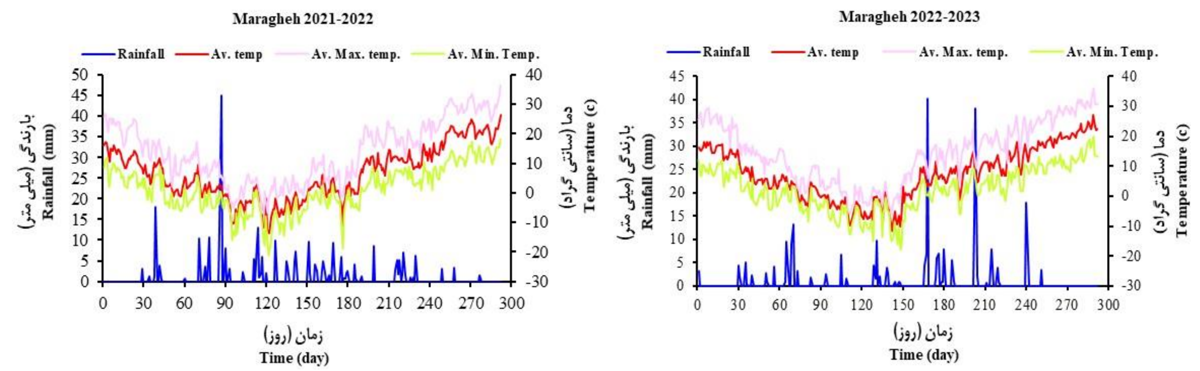
نتایج و بحث

در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ میزان بارندگی ۳۰۲/۴ میلی‌متر بـود که نسبت به آمار بلندمدت ۵۱/۶ میلی‌متر (۱۴/۵۷ درصد) کمتـر بـود. پراکنش این بارندگی در پاییز ۳۹/۳۵ درصد (۱۱۹ میلی‌متر)، زمسـتان ۴۱/۴۷ درصد (۱۲۵/۴۰ میلی‌متر)، ۱۸/۶۸ درصد (۵۱/۹ میلـی‌متـر) در بهار و ۰/۵ درصد (۱/۵ میلی‌متر) در تابستان به وقـوع پیوسـته اسـت. مقایسه این ارقام با میانگین بلندمدت نشـان مـی‌دهـد کـه اگرچـه در فصل پاییز ۱۶/۸ میلی‌متر و در فصل زمسـتان ۵/۷ میلی‌متـر افـزایش بارندگی وجود داشت، ولی در فصل بهار ۷۶/۵ میلی‌متر در مقایسـه بـا آمار بلندمدت بارندگی کاهش داشت. علاوه‌برکاهش شدید بارندگی در بهار، توزیـع آن نیـز بسـیار نامناسـب بـود، به‌طوری‌کـه از کـل ۵۱/۹ میلی‌متر بارندگی، به‌ترتیب ۱۶/۸، ۳۳/۴ و ۶/۳ میلی‌متر در فـروردین، اردیبهشت و خرداد اتفاق افتاد (شکل ۱). در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ میزان بارندگی ۲۹۰/۷ میلی‌متر بود و پراکنش ایـن بارنـدگی در پـاییز ۲۳/۸ درصـد (۶۹/۳ میلـی‌متـر)، در زمسـتان ۳۶/۸ درصـد (۱۰۷/۱ میلی‌متر)، در بهار ۳۹/۳ درصد (۱۱۴/۱ میلی‌متر) و در تابسـتان ۰/۰۷ درصد (۰/۲ میلی‌متر) بود. در این سال توزیع بارندگی در بهـار نسـبت به سال قبل بیشتر و مطلوب‌تر بود، به‌طوری‌کـه از ۱۱۴/۱ میلـی‌متـر بارنـدگی بهـاره بـه‌ترتیـب ۶۹، ۴۱/۶ و ۳/۵ میلی‌متـر در فـروردین، اردیبهشت و خرداد اتفاق افتاد (شکل ۱).

تأثیر زمان کاربرد و نوع علف‌کش‌های اکسینی بر تـراکم و زیست‌توده علف‌های هرز

در سال اول در اولـین نمونـه‌برداری کـه ۳۰ روز پـس از کـاربرد علف‌کش‌ها در مرحله پنجه‌زنی صورت گرفت، علف‌های هرز پیچـک (*Convolvulus arvensis*) و فرفیـون (*Euphorbia heteradena*) از غالبیت بیشتری برخوردار بودند، امّا در آخرین نمونه‌برداری کـه یـک ماه پس از سم‌پاشی در مرحله تورم غلاف برگ پرچم صورت گرفـت، علف‌های هرز پیچک و تلخه (*Acroptilon repens*) در مزرعه غالب بودند (جدول ۱).

بیشترین تراکم (۴۱ بوته در مترمربع) و زیست‌توده (۱۱۶ گـرم در مترمربع) علف‌های هرز در دومین مرحله نمونه‌برداری (یک ماه پس از سم‌پاشی در مرحله گره دوم ساقه گندم) و برای شاهد عدم وجین ثبت شد (شکل ۲). با گذشت زمان از تراکم و زیست‌توده علـف‌هـای هـرز یک‌ساله و چندسـاله بهـاره کاسـته شـده و به‌تـدریج علف‌هـای هـرز چندساله تابستانه مانند تلخه و پیچک شروع به سبز و تکثیر شـدن در مزرعه کرده و علف هرز غالب در مرحله تورم غـلاف بـرگ پـرچم را تشکیل دادند. هر دو تیمار علف‌کشی، تراکم و زیست‌توده علـف‌هـای هرز را کاهش دادند و تفاوت بین آن‌ها از نظـر آمـاری معنـی‌دار نبـود (شکل ۲).



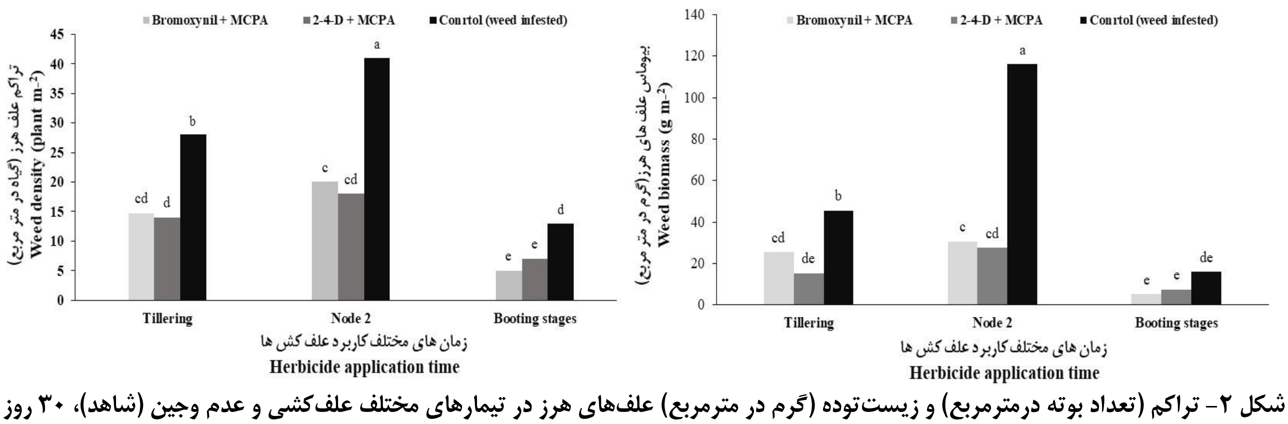
شکل ۱- تغییرات بارندگی و دمای هوا در طول دوره رشد در دو سال زراعی ۱٤۰۱-۱٤۰۰ و ۱٤۰۲-۱٤۰۱

Figure 1- Rainfall and air temperature changes during the growth period in the crop year 2021-2022 and 2022-2023.

جدول ۱- تراکم و فراوانی نسبی علف‌های هرز مزرعه گندم در سه مرحله مختلف نمونه‌برداری (۱٤۰۱-۱٤۰۰)

Table 1- Density and relative abundance of wheat field weeds in three different stages of sampling (2021-2022)

نام علمی *Scientific name*	نام فارسی Persian name	Different stages of spraying مراحل مختلف سم‌پاشی					
		پنجه‌زنی Tillering		گره دوم ساقه 2th node		تورم غلاف برگ پرچم Booting	
		تراکم Density (plant m-^{2})	فراوانی نسبی Relative frequency (%)	تراکم Density (plant m-^{2})	فراوانی نسبی Relative frequency (%)	تراکم Density (plant m-^{2})	فراوانی نسبی Relative frequency (%)
Convolvulus arvensis	پیچک	17	20.5	35	49.3	19	76
Euphorbia heteradena	فرفیون	15	18.1	5	7	-	-
Tragopogon graminifolius	شنگ معمولی	8	9.6	-	-	-	-
Cirsium arvense	کنگر صحرایی	6	7.2	7	9.9	-	-
Acroptilon repens	تلخه	6	7.2	14.2	3	6	24
Polygonum patulum	علف هفت‌بند	1	1.2	3	4	-	-
Eremopyrum bonaepartis	بیابان گندمی	-	-	5	7	-	-



شکل ۲- تراکم (تعداد بوته درمترمربع) و زیست‌توده (گرم در مترمربع) علف‌های هرز در تیمارهای مختلف علف‌کشی و عدم وجین (شاهد)، ۳۰ روز پس از کاربرد علف‌کش‌ها

Figure 2- Weeds density (plant.m-^{2}) and biomass (g.m-^{2}) in different herbicide treatments and weed infest (control) at 30 days after herbicide application

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار تفاوت معنی‌داری ندارند. (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

Means with at least one common letter, are not significantly different, based on Least significant difference. (2021-2022)

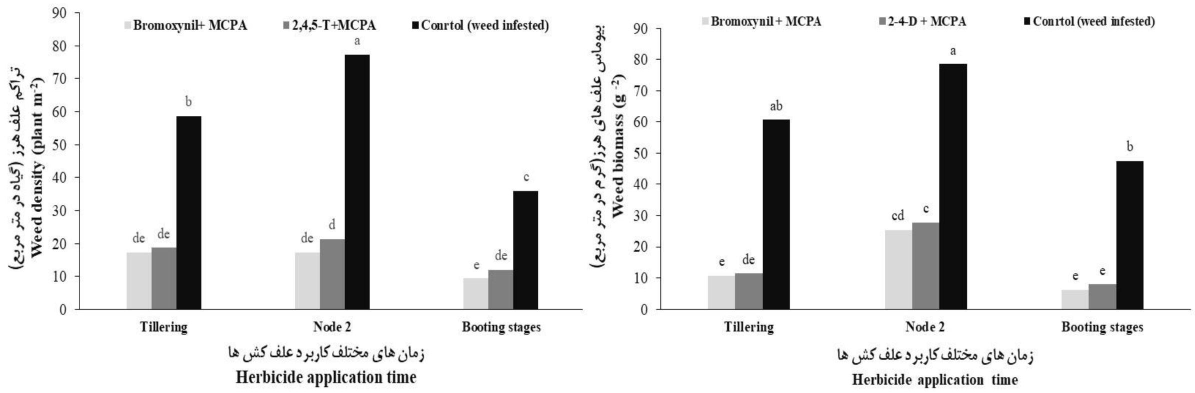
جدول ۲- تراکم و فراوانی نسبی علف‌های هرز مزرعه گندم در سه مرحله مختلف نمونه‌برداری (۱۴۰۲-۱۴۰۱)

Table 2- Density and relative abundance of wheat field weeds in 3 different stages of sampling (2022-2023)

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	مراحل مختلف سم‌پاشی Different stages of spraying — پنجه‌زنی Tillering: تراکم Density (plant m-2)	پنجه‌زنی Tillering: فراوانی نسبی Relative frequency (%)	گره دوم ساقه 2th node: تراکم Density (plant m-2)	گره دوم ساقه 2th node: فراوانی نسبی Relative frequency (%)	تورم غلاف برگ پرچم Booting: تراکم Density (plant m-2)	تورم غلاف برگ پرچم Booting: فراوانی نسبی Relative frequency (%)
Eremopyrum bonaepartis	بیابان گندمی	22	31	28	55	14	32
Cardaria draba	ازمک	12	17	13	15	2	5
Cirsium arvense	کنگر	10	14	12	14	5	11.6
Galium tricornutum	بی تی راخ	8	11.3	-	-		
Parapholis incurva	دماری خمیده	7	9	-	-	3	7
Tragopogon graminifoli	شنگ	3	4.2	-	-		
Acroptilon repens	تلخه	3	4.2	3	3.4	4	9.3
lisaea heterocarpa	لیزا	3	4.2	12	14	4	9.3
Polygonum patulum	علف هفتبند	2	2.8	6	7		
Euphorbia heteradena	فرفیون	-	-	8	9.2	3	7
Convolvulus arvensis	پیچک	-	-	-	-	8	19

در سال دوم، در اولین نمونه‌برداری کـه ۳۰ روز پـس از کـاربرد علف‌کش‌ها در مرحله پنجه‌زنی گندم صورت گرفت، علف‌هـای هـرز بیابان گندمی (*Eremopyrum bonaepartis*)، ازمک (*Cardaria draba*) و کنگر صحرایی (*Cirsium arvense*) سه علف هرز غالب در مزرعه بودند (جدول ۲).

در سال دوم بیشترین تراکم علف‌های هرز در شاهد عدم وجـین و به‌ترتیب در دومین مرحله از نمونه‌برداری (یک ماه پـس از کـاربرد در مرحله گره دوم)، اولـین مرحلـه نمونـه‌برداری (یـک مـاه پـس از کاربرد علف‌کش در مرحله پنجه‌زنی) و سومین مرحلـه نمونـه‌برداری (یک ماه پس از کاربرد علف‌کش درمرحله تورم غلاف بـرگ پـرچم) به‌میزان ۷۷، ۵۹ و ۳۶ بوته در مترمربع ثبت شد (شـکل ۳). در سـال دوم کمترین زیست‌توده برای تیمار بروموکسـینیل + ام‌سـی‌پـی‌آ بـا شش گرم در مترمربع و در مرحله تورم غلاف برگ پرچم ثبـت شـد (شکل ۳).



شکل ۳- تراکم علف‌های هرز (تعداد بوته در مترمربع) و زیست‌توده علف‌های هرز (گرم در مترمربع) در تیمارهای مختلف علف‌کشی و عدم وجین (شاهد)، ۳۰ روز پس ازکاربرد علف‌کش‌ها

Figure 3- Weeds density (plant m^{-2}) and biomass (g m^{-2}) in different herbicide treatments and weed infest (control) at 30 days after herbicide application

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار تفاوت معنی‌داری ندارند. (۱۴۰۲-۱۴۰۱)

Means with at least one common letter, are not significantly different, based on Least significant difference. (2022-2023)

در سال اول (۱۴۰۱-۱۴۰۰)، علـف‌هـای هـرز در دومـین مرحلـه نمونه‌برداری (یک ماه پس از سم‌پاشی در مرحله گره دوم ساقه گندم) در مقایسه با اولین مرحله نمونه‌برداری (یک ماه پـس از سم‌پاشـی در پنجه‌زنی کامل) از تراکم بیشتری برخـوردار بـود. بـا مقایسـه شـرایط آب‌وهوایی دو مرحله سم‌پاشـی، مشـخص شـد کـه در اولـین مرحلـه سم‌پاشی (پنجه‌زنی کامل) میزان بارندگی تا یـک مـاه قبـل از آن ۳۳

میلی‌متر و یک هفته پس از سم‌پاش ۲۲/۴ میلی‌متر بود، امّا در دومین مرحله از سم‌پاشی میزان بارندگی یک ماه قبل آن ۶۶/۸ میلی‌متر و یک هفته پس از آن ۳۳ میلی‌متر بود. همچنین میانگین دمایی تا یک هفته پس از سم‌پاشی در اولین مرحله ۱۱/۵ و دومین مرحله ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد بود. پس با توجه به شرایط بارندگی و دمایی، عمده علف‌های هرز در دومین نمونه‌برداری (یک ماه پس از سم‌پاشی در مرحله گره دوم ساقه گندم) ثبت شد. در سال دوم نیز بیشترین تراکم علف‌های هرز برای دومین مرحله نمونه‌برداری (یک ماه پس از سم‌پاشی در مرحله گره دوم) با ۷۷ بوته در مترمربع و سپس برای اولین مرحله نمونه‌برداری (یک ماه پس از سم‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی) با ۵۸ بوته در مترمربع ثبت شد (شکل ۳). در سال دوم، میزان بارندگی یک ماه قبل از سم‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی و گره دوم ساقه به‌ترتیب ۱۴۰ و ۸۲ میلی‌متر ثبت شد و میزان بارندگی یک هفته پس از سم‌پاشی نیز به‌ترتیب ۱۷ و ۲۴ میلی‌متر ثبت شد. همچنین میانگین دمایی تا یک هفته پس از سم‌پاشی در اولین مرحله ۱۱/۵ و دومین مرحله ۱۲ درجه سانتی‌گراد بود. در سال دوم شرایط بارندگی از سال اول مطلوب‌تر بود، به همین دلیل در هر دو مرحله نمونه‌برداری تراکم علف‌های هرز در سال دوم بیشتر از سال اول بود.

تأثیر زمان کاربرد علف‌کش‌ها و نوع علف‌کش بر گندم عملکرد دانه

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، اثرات تیمارها در هر دو سال بر عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳)

در سال اول (۱۴۰۱-۱۴۰۰)، سومین مرحله از سم‌پاشی زمانی صورت گرفت که عمدتاً گندم در مراحل آخر فاز تورم غلاف برگ پرچم (زادوکس ۴۵) بودند، امّا در سال دوم در اواسط مرحله تورم غلاف برگ پرچم بود. در سال اول، بیشترین عملکرد دانه گندم به‌ترتیب برای تیمار پنجه‌زنی + برومایسیداماً (بروموکسینیل + ام سی پی آ) و شاهد وجین به‌ترتیب به‌میزان ۱۹۲۶ و ۱۹۰۲کیلوگرم در هکتار ثبت شد (جدول ۴). دلیل کمتر بودن جزئی عملکرد در شاهد وجین نسبت به تیمار پنجه‌زنی + برومایسیداماً (بروموکسینیل + ام سی پی آ) به‌خاطر وقوع بارندگی بالا بود که امکان ورود به مزرعه و وجین علف‌های هرز در شاهد (وجین) در زمان مناسب مقدور نبود. با تأخیر در زمان کاربرد علف‌کش بروموکسینیل + ام سی پی آ عملکرد دانه گندم کاهش یافت و از ۱۹۲۶ کیلوگرم در مرحله پنجه‌زنی به ۱۷۱۰ کیلوگرم در مرحله تورم غلاف برگ پرچم رسید. در واقع، تأخیر در سم‌پاشی به‌ترتیب در مرحله گره دوم ساقه و تورم غلاف برگ پرچم باعث کاهش ۴، ۱۰ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شاهد (وجین) شد. در تیمار علف‌کشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ نیز عملکرد گندم به‌ترتیب کاهش ۸ و ۱۸ درصدی در مقایسه با شاهد (وجین) نشان داد. در سال اول، عملکرد گندم در تیمار بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ در مقایسه با توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ ۱۴۰کیلوگرم در هکتار بیشتر بود، هرچند که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود.

در سال ۱۴۰۲- ۱۴۰۱، عملیات وجین به‌موقع صورت گرفت، به همین دلیل بیشترین عملکرد دانه گندم برای شاهد وجین با ۲۱۲۹ کیلوگرم در هکتار ثبت شد. در سال دوم برخلاف سال اول، بعد از شاهد بیشترین عملکرد برای تیمارهای توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ به‌ترتیب با ۲۰۹۸ و ۲۰۴۱ کیلوگرم در هکتار ثبت شد و تفاوت بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود.

جدول ۳- تجزیه واریانس وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه گندم

Table 3- Statistical analysis thousand grain weight, biological yield and grain yield wheat

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (۱٤۰۱-۱٤۰۰) Mean squares (2021-2022)			درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (۱٤۰۲-۱٤۰۱) Mean squares (2022-2023)		
		عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	وزن هزار دانه Thousand grain weight		عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	وزن هزار دانه Thousand grain weight
بلوک Block	3	63257 ns	1039315 ns	1.53 ns	3	121910 ns	169551 ns	0.53 ns
علف‌کش Herbicide	7	50788 *	1229867 **	1.6 *	7	108660 *	1080956 *	1.36 ns
خطا Error	21	19589	166090	0.5	21	43362	404301	1.7
کل Total	28				31			
ضریب تغییرات CV (%)		7.9	7.4	1.9		11	11.3	3.7

*، ** و ns: به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% level

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه گندم

Table 4- Comparison mean of yield biological and wheat grain yield

علف‌کش Herbicide	مراحل مختلف سم‌پاشی Different stages of spraying	عملکرد بیولوژیکی Yield biological (kg ha^{-1})		عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	
		۱٤۰۲-۱٤۰۱ 2022-2023	۱٤۰۱-۱٤۰۰ 2021-2022	۱٤۰۲-۱٤۰۱ 2022-2023	۱٤۰۱-۱٤۰۰ 2021-2022
بروموکسینیل + ام سی پی آ	پنجه‌زنی Tillering	6304 a*	6205 a	2041 abc	1926 a
Bromoxynil + MCPA	گره دوم ساقه 2th node	5538 abc	5844 abc	1824 abcd	1810 ab
(1.5 l ha^{-1})	تورم غلاف برگ پرچم Booting	5699 abc	5037 de	1859 abcd	1710 bc
توفوردی+ ام سی پی	پنجه‌زنی Tillering	6138 ab	5578 bcd	2098 ab	1790 ab
2-4-D + MCPA	گره دوم ساقه 2th node	4927 c	5464 cd	1701 d	1746 abc
(1.5 l ha^{-1})	تورم غلاف برگ پرچم Booting	5471 abc	4569 e	1747 cd	1568 c
شاهد (وجین) Weed free	-	6310 a	6176 ab	2129 a	1902 ab
شاهد (عدم وجین) Weed infested-		5352 bc	5444 cd	1810 bcd	1758 abc

* حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD است

* In the same column, values followed by the same letter are not significantly different according to LSD at $P \leq 0.05$.

این تفاوت در میزان عملکرد گندم در بین دو تیمار علف‌کشی در سم‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی می‌تواند مربوط به تفاوت میزان بارندگی‌های فروردین ماه در دو سال باشد. در سال اول، میزان بارندگی‌های فروردین ماه ۱۶/۸ میلی‌متر و در سال دوم ۶۹ میلی‌متر و در اردیبهشت ماه به‌ترتیب ۳۳ و ۴۲ میلی‌متر ثبت شد. پس در واقع، کاربرد علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ در شرایط تنش خشکی از اثرات منفی بر عملکرد گندم برخوردار بود که می‌تواند مربوط به اثرات سینرژیستیک[1] ناشی از تلفیق علف‌کش‌ها و افزایش سمیت آن‌ها باشد.

در سال دوم به‌دلیل بارندگی‌های بهاره عملکرد گندم بیشتر بود، امّا افت عملکرد در پی تأخیر در سم‌پاشی در سال دوم پنج الی هشت درصد بیشتر از سال اول بود. در سال دوم، سم‌پاشی در دو مرحله گره دوم و تورم غلاف برگ پرچم در تیمار علف‌کشی بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ عملکرد گندم را به ترتیب ۱۴ و ۱۳ درصد و در توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ ۲۰ و ۱۸ درصد کاهش داد. در واقع، در سال دوم در مقایسه با سال اول، افت عملکرد در کاربرد تأخیری علف‌کش بیشتر بود. این کاهش عملکرد در شاهد عدم وجین نیز قابل مشاهده بود. با توجه به اینکه در سال دوم عمده بارندگی در فروردین ماه به‌میزان ۶۹ میلی‌متر در اردیبهشت ماه به‌میزان ۴۱/۶ میلی‌متر بود که بخش عمده آن (۱۲/۵ میلی‌متر) طی دو روز پس از سم‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی صورت گرفت (با رطوبت نسبی ۵۴ درصد برای یک هفته بعد از سم‌پاشی) در مقایسه با عدم بارندگی پس از یک هفته از سم‌پاشی در دو مرحله گره دوم و تورم غلاف برگ پرچم (با رطوبت نسبی ۳۶ درصدی)، افت عملکرد در مقایسه با کاربرد علف‌کش در مرحله پنجه را توجیه می‌نماید. از سوی دیگر، با توجه به کاهش ۱۵ درصدی عملکرد در شاهد عدم وجین در مقایسه با کاهش هشت درصدی در سال اول و با در نظر گرفتن تراکم بیشتر علف‌های هرز در سال دوم، به‌دلیل مساعد شدن شرایط بارندگی زمینه برای تکثیر علف‌های هرز چند ساله پهن‌برگ مانند کنگر صحرایی و ازمک و علف هرز پهن‌برگ یک‌ساله لیزا فراهم گردید و در پی آن، افت عملکرد گندم را به همراه داشت. بنابراین افت بیشتر عملکرد در سال دوم احتمالاً به‌دلیل تفاوت در توزیع میزان بارندگی در سه مرحله سم‌پاشی، رطوبت نسبی و تراکم علف‌های هرز بود.

در سال دوم، افت عملکرد در صورت کاربرد علف‌کش در مرحله تورم غلاف برگ پرچم در مقایسه با گره دوم از شدت کمتری برخوردار بود. در سال دوم، میزان حداقل دمای مطلق تا یک هفته پس از کاربرد علف‌کش در مرحله گره دوم ۵/۸، امّا در سم‌پاشی مرحله تورم غلاف برگ پرچم ۹/۸ درجه سانتی‌گراد و میزان رطوبت نسبی نیز به‌ترتیب ۴۲ و ۵۲ بود. امّا در سال اول، حداقل دمای مطلق تا یک هفته پس از سم‌پاشی در مرحله گره دوم و تورم غلاف برگ پرچم ۷/۸ و ۸/۵ درجه سانتی‌گراد و میزان رطوبت نسبی ۶۹ و ۳۹ درصد بود. در واقع در سال دوم، پایین بودن دمای حداقل (۵/۸ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ۸/۸ مرحله تورم غلاف برگ پرچم) و رطوبت نسبی (۴۳ درصد در مقایسه با ۵۲ درصد مرحله تورم غلاف برگ پرچم) در سم‌پاشی در مرحله گره دوم در مقایسه با مرحله تورم غلاف برگ پرچم، عملکرد را بیشتر تحت تأثیر قرار داد. امّا در سال اول حداقل دمای مطلق تا یک هفته پس از سم‌پاشی در هر دو مرحله تورم غلاف برگ پرچم و گره دوم ساقه تقریباً به یک میزان بود (۸/۵ و ۷/۸)، افت ۳۰ درصدی رطوبت نسبی هوا باعث شد که عملکرد در سم‌پاشی در مرحله تورم غلاف برگ پرچم در سال اول بیشتر شود.

1- Synergistic

عملکرد دانه گندم در تیمار توفوردی + ام سی پی در زمان کاربرد در گره دوم ساقه و تورم غلاف برگ پرچم در مقایسه با شاهد عدم وجین کاهش بیشتری نشان داد و این کاهش در سال اول بیشتر سال دوم بود، اگرچه از نظر آماری معنی‌داری نبود (جدول ۴). شیمی و همکاران (Shimi, Baghestani, Haqid, Rahimian, & Alizadeh, 2018) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش در مراحل نامناسب، به همراه سایر تنش‌های اقلیمی و محیطی غیر قابل کنترل، سبب بروز خسارت بیشتری به گندم می‌شود. کاربرد علف‌کش‌های توفوردی + ام سی پی آ در مرحله قبل از تورم غلاف برگ پرچم (زادوکس ۴۵) در مناطقی که آبیاری صورت می‌گیرد، تأثیر منفی روی محصول ندارد، ولی در شرایط دیم باعث کاهش ۲۸ درصدی عملکرد دانه نسبت شاهد عدم وجین گردید (Shimi *et al.*, 2011). کاهش عملکرد گندم در کاربرد تأخیری علف‌کش توفوردی + امسی‌پی‌آ می‌تواند به اثرات سینرژیستیک ناشی از تلفیق علف‌کش‌ها و افزایش سمیت آن‌ها مربوط باشد (Wehtje & Flint & Barrett, 1989 ; Gilliam, 2012). بهترین زمان کاربرد توفوردی از پنجه‌زنی تا گره اول ساقه گزارش شده و کاربرد آن پیش از پنجه‌زنی و در مرحله تورم غلاف برگ پرچم، کاهش عملکرد دانه را در پی داشت (Soligo *et al.*, 2020). شوربلال و هاشمی (Shoorbilal & Hashemi, 2017) بیشترین عملکرد گندم را در کاربرد مرحله آغازین ساقه دهی علف‌کش توفوردی گزارش کردند. کاهش عملکرد ۱۲ تا ۲۳ درصدی با کاربرد علف‌کش‌های امسی‌پی‌آ، توفوردی و دایکامبا در مرحله زادوکس ۴۵ گزارش شد (Martin, Miller & Alley, 1989). گزارش شده که کاربرد علف‌کش ترکیبی دایکامبا + امسی‌پی‌آ + مکروپروپ در مرحله زادوکس ۳۹، عملکرد گندم را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهد (Robinson, Letarte, Cowbrough, Sikkema, & Tardif, 2015). پارکر و بال (Parker & Ball, 2007) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ در مرحله ۴-۳ برگی گندم بیشترین کارآیی را دارد و آن را مطمئن‌ترین علف‌کش در بین پهن‌برگ‌های گندم گزارش کردند. شیمی و همکاران (Shimi *et al.*, 2011) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش بروموکسینیل + ام-سی‌پی‌آ از پنجه‌زنی تا قبل از ظهور سنبله، تأثیر آماری معنی‌داری بر کاهش عملکرد گندم نداشته و قابل کاربرد در این مراحل می‌باشد. رابینسون و همکاران (Robinson *et al.*, 2015) گزارش کردند که علف‌کش بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ در مرحله زادوکس ۳۹، هیچ خسارتی به عملکرد گندم پاییزه، ارتفاع گندم و وزن هزار دانه در هر دو سال زراعی وارد نکرد.

عملکرد بیولوژیک

میزان عملکرد بیولوژیک نیز مانند عملکرد متأثر از شرایط بارندگی در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیکی در سال اول برای کاربرد بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ در مرحله پنجه‌زنی و شاهد وجین به‌ترتیب ۶۲۰۵ و ۶۱۷۶ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد و این تفاوت در بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. در سال دوم نیز بیشترین مقدار برای شاهد وجین و بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ به‌ترتیب با ۶۳۱۰ و ۶۳۰۴ کیلوگرم در هکتار ثبت شد. کمترین میزان آن برای کاربرد تأخیری علف‌کش توفوردی + امسی‌پی‌آ در هر دو سال ثبت شد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه گندم در سال اول بیشتر و اختلاف در بین تیمارها از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳)، امّا در سال دوم با توجه به افزایش عملکرد، وزن هزار دانه کاهش نشان داد و به‌دلیل مطلوب‌تر بودن شرایط بارندگی (با توجه به اینکه در شرایط دیم مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد رطوبت است) اختلاف در بین تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۵). شیمی و همکاران (Shimi *et al.*, 2011) گزارش کردند که وزن هزار دانه در شرایطی که گندم تحت کشت آبی بود تحت تأثیر زمان کاربرد علف‌کش قرار نگرفت، امّا در شرایط دیم تا حدی بین تیمارها تفاوت وجود داشت، امّا این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در این تحقیق نیز در سال دوم که از بارندگی مطلوب‌تر بهاره برخوردار بود، در بین تیمارها از نظر آماری تفاوتی مشاهده نشد، امّا در سال اول که در مقایسه با سال دوم میزان بارندگی بهاره کم‌تر بود، وزن هزار دانه تا حدی تحت تأثیر زمان کاربرد علف‌کش قرار گرفت. بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هر دو سال هیچ ارتباطی وجود نداشت. کاربرد علف‌کش توفوردی در مراحل پیش از پنجه‌زنی، پنجه‌زنی، گره اول ساقه و تورم غلاف برگ پرچم، وزن هزار دانه را گندم را تحت تأثیر قرار نداد (Soligo *et al.*, 2020). بیشترین تعداد دانه در سنبله با کاربرد توفوردی در مرحله شروع ساقه دهی گزاش شده است (Shoorbilal & Hashemi, 2017). مارتین و همکاران (Martin *et al.*, 1990) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش‌های دایکامبا، دایکامبا + توفوردی و دایکامبا + ام سی پی آ در مرحله زادوکس ۴۴، تعداد دانه را در سنبله کاهش داد.

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله گندم (میانگین ۱۰ بوته)

Table 5- Comparison mean of wheat thousand grain weight and number of seed per spike (average of 10 plants)

علف‌کش Herbicide	مراحل مختلف سم‌پاشی Different stages of spraying	وزن هزار دانه Thousand grain weight (g)		تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	
		2022-2023	2021-2022	2022-2023	2021-2022
بروموکسینیل + ام سی پی آ	پنجه‌زنی (Tillering)	34.66 a*	37.8 bc	27.13 abc	25.4 a
Bromoxynil + MCPA	گره دوم ساقه (2th node)	35.1 a	38.71 abc	23.9 d	22.47 abcd
(1.5 l ha^{-1})	تورم غلاف برگ پرچم (Booting)	34.6 a	39.61 a	24.7 bcd	21.9 bcd
توفوردی+ ام سی پی	پنجه‌زنی (Tillering)	34.15 a	38.62 abc	28.3 a	24.13 abc
2-4-D + MCPA	گره دوم ساقه (2th node)	35.7 a	38.8 ab	22.5 d	21.4 cd
(1.5 l ha^{-1})	تورم غلاف برگ پرچم (Booting)	34 a	37.73 c	24.03 cd	20 d
شاهد (وجین) (Weed free)	-	34.07 a	38.09 bc	28 ab	25.2 ab
شاهد (عدم وجین) (Weed infested)	-	34.4 a	38.19 bc	24.1 cd	20 d

* حروف غیر مشترک در هر ستون، بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون LSD است

* In the same column, values followed by the same letter are not significantly different according to LSD at P≤0.05.

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله تحت تأثیر زمان کاربرد علف‌کش کاهش نشان داد و این کاهش از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۶). با توجه به اینکه در سال دوم (۱۴۰۲- ۱۴۰۱) از بارندگی مطلوب‌تری در فصل بهار برخوردار بود، لذا بیشترین تعداد دانه در سنبله برای سال دوم ثبت شد. بیشترین تعداد دانه در سنبله در سال اول بعد از شاهد وجین برای تیمار بروموکسینیل + ام سی پی آ به‌کاربرده‌شده در مرحله پنجه‌زنی (به‌ترتیب با میانگین ۲۵/۴ و ۲۵/۲ دانه در هر سنبله) و در سال دوم برای تیمار توفوردی + ام سی پی به‌کاربرده‌شده در پنجه‌زنی و شاهد وجین (به‌ترتیب ۲۸/۳ و ۲۸ دانه در هر سنبله) مشاهده شد (جدول ۵). در سال اول، کمترین تعداد دانه در سنبله در شاهد عدم وجین و توفوردی + ام سی پی آ به‌کاررفته در مرحله تورم غلاف برگ پرچم با میانگین ۲۰ دانه در هر سنبله تعلق داشت، امّا در سال دوم کمترین تعداد دانه در سنبله در تیمار توفوردی + ام سی پی آ به‌کاررفته در مرحله گره دوم ساقه با میانگین ۲۲/۵ در هر سنبله بود. در سال دوم، میزان حداقل دمای مطلق تا یک هفته پس از کاربرد علف‌کش در مرحله گره دوم ۵/۸، امّا در سم‌پاشی مرحله تورم غلاف برگ پرچم ۹/۸ درجه سانتی‌گراد و میزان رطوبت نسبی نیز به‌ترتیب ۴۲ و ۵۲ بود. امّا در سال اول حداقل دمای مطلق تا یک هفته پس از سم‌پاشی در مرحله گره دوم و تورم غلاف برگ پرچم ۷/۸ و ۸/۵ درجه سانتی‌گراد و میزان رطوبت نسبی ۶۹ و ۳۹ درصد بود. در واقع، در سال دوم پایین بودن دمای حداقل (۵/۸ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ۸/۸ درجه سانتی‌گراد مرحله تورم غلاف برگ پرچم) و رطوبت نسبی (۴۳ درصد در مقایسه با ۵۲ درصد مرحله تورم غلاف برگ پرچم) در سم‌پاشی در مرحله گره دوم در مقایسه با مرحله تورم غلاف برگ پرچم، تعداد دانه را بیشتر تحت تأثیر قرار داد. سم‌پاشی در مرحله نامناسب می‌تواند باعث کاهش تعداد دانه در سنبله گردد (Tawaha, Turk, & Maghaireh, 2002). شیمی و همکاران (Shimi *et al.*, 2011) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش دیکلوپروپ پی + مکوپروپ پی + ام سی پی آ در مرحله زادوکس ۴۵، تعداد دانه را کاهش داد.

جدول ٦- تجزیه واریانس تعداد دانه در سنبله گندم

Table 6- Statistical analysis number of wheat grain per spike

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (۱٤۰۱-۱٤۰۰) Mean squares (2021-2022)	میانگین مربعات (۱٤۰۲-۱٤۰۱) Mean squares (2022-2023)
بلوک Block	2	0. 7 ^{ns}	8.4 ^{ns}
علف‌کش Herbicide	7	13.62 *	14.1 *
خطا Error	14	3.93	3.6
ضریب تغییرات (CV)%		8.8	7.6

*، ** و ns: به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% level

عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار، ولی با وزن هزار دانه همبستگی منفی نشان داد (جدول ۷). همبستگی منفی بین وزن هزار دانه با تعداد دانه در سنبله مشاهده شد، امّا از نظر آماری معنی‌دار نبود. وجود همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (Reynolds, Chegeni, Molero, Quilligan, Listman, & Braun, 2014; 2011; Askari, Dastan, Ajamnouroz, & Ghanbari Malidreh, 2016). اسچیلینگر (Schillinger, 2005) مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در عملکرد گندم را به‌ترتیب تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله بیان کرد. در بررسی ۴۲ ژنوتیپ گندم دوروم، همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله مشاهده و همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری را بین وزن هزاردانه وتعداد دانه در سنبله گزارش شده است (Farahani & Arzani, 2006). محققان دیگری نیز بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را مشاهده نمودند (Poorsiahbidi, 1998; Gerami, 1998). عواملی که منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شوند، معمولاً کاهش وزن دانه را به دنبال دارند و در چنین شرایطی دلیل اصلی این امر، اختصاص کمتر مواد فتوسنتزی می‌باشد (Krupnova, 2010).

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم

Table 7- Correlation coefficients between wheat Thousand grain weight, Number of grain per spike and Grain yield

صفات Traits	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزار دانه Thousand grain weight	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike
Grain yield عملکرد دانه	1		
Thousand grain weight وزن هزار دانه	-0.27	1	
Number of grain per spike تعداد دانه در سنبله	0.95**	-0.36	1

،: به‌ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

ns, * and **: not significant, significant at 5% and 1% level

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که زمان سبز شدن علف‌های هرز وکاربرد علف‌کش‌های هورمونی در مناطق دیم به زمان و میزان بارندگی وابسته می‌باشد. در سالی که بهار از بارندگی کمتری برخوردار بود، عملکرد گندم در تیمار علف‌کش بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ نسبت به علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ بیشتر بود. همچنین با تأخیر در سم‌پاشی و تشدید تنش خشکی (با افزایش دما و کاهش بارندگی) عملکرد گندم نیز کاهش نشان داد، امّا این کاهش در تیمار علف‌کشی توفوردی + ام سی پی‌آ از شدت بیشتری برخوردار بود. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، بهترین زمان کاربرد علف‌کش توفوردی + ام سی پی آ در مناطق دیم سردسیر از ابتدا تا انتهای پنجه‌زنی می‌باشد، امّا علف‌کش بروموکسینیل + ام سی پی‌آ با حداقل اثرات کاهشی در عملکرد گندم تا گره دوم قابل کاربرد است.

سپاسگزاری

این پژوهش براساس نتایج حاصل از اجرای پروژه مصوب به شماره ۰۱۰۳۹-۰۱۶-۱۵-۱۵-۲ مؤسسه تحقیقات دیم کشور در شهر مراغه نگارش شده است. بدینوسیله از تمام همکاران مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم که در اجرای این پروژه یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Al-Khatib, K. (1995). *Weed control in wheat*. Washington State University, Pullman, United States.
2. Beuerlein, J. E. (2007). *Wheat growth stages and associated management*. The Ohio State University, Columbus, United States.
3. Askari, K., Dastan, S., Ajamnourozi, H., & Ghanbari Malidreh, A. (2016). The effect of grain growth components and yield components on grain yield of wheat cultivars in climatic conditions of Golestan province. *Journal of Plant Crop Sciences*, *2*, 33-44. (in Persian).
4. Chegeni, H. (2011). Effect of plant density on yield and yield components of wheat cultivars. *Agronomy Journal Pajouhesh and Sazandegi*, *104*, 9-21. (in Persian with English abstract)
5. Dehghan Benadaki, M. (2017). *Management of weeds in wheat fields*. Jihad Agricultural Higher Educational Institution.Tehran, Iran. 69 p. (in Persian).
6. Farahani, E., & Arzani, A. (2006). Study on genetic diversity of culltivars and F1 hybrids using agronomic and morphologic traits. *Agricultural Sciences and Natural Resources*, *10*(4), 341-354. (in Persian).
7. Faizi Asl, V., Fatut, A., Astarai, A., Lakzian, A., Mir Mousavi Shlamani, A., & Khorasani, A. (2015). Comparison

of usable nitrogen and soil water content with dry wheat grain yield. *Water and Soil Journal*, *5*, 1556-1573. https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.36954.

8. Flint, J. L., & Barrett, M. (1989). Effects of glyphosate combinations with 2,4-D or dicamba on field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed Science*, *37*(1), 12-18.
9. Gerami, A. (1998). Study on relationship of grain yield with quantitative traits in 500 wheat lines using factor anlaysis. *Jouranl of Agricultural Sciences of Iran*, *29*, 263-377. (in Persian).
10. Johnson, B., & Nice, G. (2005). *Weed Control in Wheat*. Purdu University, West Lafayette.
11. Klingman, G. L., & Ashton, F. M. (1991). *Weed Sciencs, Principles and Practices*. John Wiley and Sons. New York.
12. Krupnova, O.V. (2010). Relation between grain weight and falling number in soft spring wheat. *Russian Agricultural Sciences*, *36*(5), 321-323.
13. Lee, R. D. (1996). *Intensive weed management in Georgia*. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences Cooperative Extension Service.
14. Loux, M., Stachler, J. M., Johnson, W. G., Nice, G. R., Nice, W., & Bauman, T. T. (2007). *Weed control guide for Ohio and Indiana*, Ohio State University Extension Media.
15. Marmaei, A. (2006). *Investigating the response of various growth stages of wheat to some conventional broad leaf herbichdes*. MSc.Thesis, Azad University, Science and Research Branch. (in Persian with English abstract)
16. Martin, J. R. (1998). Timing of herbicide application relative to wheat growth stage. *University of Kentucky College of Agriculture News Letter*, *2*(2), 112-117.
17. Martin, D. A., Miller, S. D., & Alley, H. P. (1990). Spring wheat response to herbicides applied at three growth stages. *Agronomy Journal*, *82*, 95-97.
18. Martin, M. H., Miller, S. D., & Alley, H. P. (1989). Winter wheat response to herbicide applied three growth stages. *Weed Technology*, *3*, 90-94.
19. Mohajery, F., Allahverdi, I., & Zand, E. (2007). *Investigating application of 2,4-D in various growth stages of wheat*. MSc. Thesis. Tehran University, Abureihan campus, Iran. (in Persian with English abstract).
20. Miller, S. D., & Travis, D. (1992). Growth stages of wheat: Identification and understing improve crop management. *Better Crops*, *76*(3), 1-12.
21. Montazeri, M., & Farzaneh, Gh. (1982). *Technical Recommendations for Herbicide Application in Wheat and Barley Fields*. Publications of Golestan Research and Natural Center, Golestan, Iran, 2 p. (in Persian with English abstract)
22. Montazeri, M., Zand, E., & Baghestani, M. A. (2005). *Weeds and Their Control in Wheat Fields of Iran*. Publications of Iran's Plant Protection Research Institute. Tehran, Iran, 97 p. (in Persian with English abstract).
23. Montazeri, M., Baghestani, M. A., & Zand, A. (2015). *Weeds and Their Control in Wheat Fields of Iran*. Publications of Iran's Medicinal Plant Research Institute. Tehran, Iran, 85 p. (in Persian with English abstract).
24. Nice, G., Johnson, B., & Bauman, T. (2003). Herbicide application timing for corn, soybean, wheat. Available. *www.btny*.Purdue.edu/weedscience/, p. 20-30
25. Parker, B., & Ball, D. (2007). *Winter Wheat-Irrigated, East of Cascades*. Pacific Northwest Weed Management Handbook. Oregon State University Agricultural, Corvallis, United States.
26. Poorsiahbidi, M. M. (1998). *Study on genetic diversity of durum wheat lines in Esfehan zone and providing amphiploid whea*t. MSc. Thesis, Isfehan Technology University, Isfehan, Iran. 131 p. (in Persian with English abstract).
27. Reynolds, M., Molero, G., Quilligan, E., Listman, M., & Braun, H. (2014). *Proceedings of the 4th International Workshopof theWheat Yield Consortium CENEB, CIMMYT, Cd*. Obregón, Sonora, Mexico (24-25th March).
28. Robinson, M. A., Letarte, J., Cowbrough, M. J., Sikkema, P.H., & Tardif, F. (2015). Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) response to herbicides as affected by application timing and temperature. *Canadian Journal of Plant Science*, *95*, 325333. https://doi.org/10.4141/cjps-2014-109
29. Roman, E. S., Vargas, L., & Rodrigues, O. (2006). Manejo e controle de plantas daninhas em trigo. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 63). Passo Fundo: Embrapa Trigo. Available from: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852518/1/pdo63.pdf. Acessed on: 6 June 2020.
30. Scursoni, J. A., Gigon, R. Martin, A. N., Vigna, M., Leguizamon, E. S., Istilart, C., & Lopez, R. (2014). Changes in weed communities of spring wheat crops of Buenos Aires province of Argentina. *Weed Science*, *62*, 51-62. https://www.jstor.org/stable/43700633
31. Schillinger, W. F. (2005). Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat. *Crop Science*, *45*, 2636-2643. https://doi.org/10.2135/cropsci2005.04-0016
32. Shoorbilal, S. K., & Hashemi, L. (2017). The effects of different application times of broadleaf herbicides on winter wheat. *Research on Crop Ecophysiology*, *12*(2), 108-114
33. Skiba, E., & Wolf, W. M. (2017). Commercial phenoxyacetic herbicides control heavy metal uptake by wheat in a divergent way than pure activesubstances alone. *Environmental Sciences Europe, Nantes*, *29*(1), 1-6. https://doi.org/10.1186/s12302-017-0124-y

34. Soligo, V., Galon, L., Tiago Forte, C., Brunetto, L., Loureiro da Silva, A., Gallina, & Francisco Perin, G. (2020). Does doses and time of 2,4-D application interfere in the physiology and wheat grains yield components? *Arquivos do Instituto Biologico, 89*, 1-12. https://doi.org/10.1590/1808-1657000342020
35. Shimi, P., Baghestani, M. A., Haqid, A., Rahimian, H., & Alizadeh, H. (2011). Effect of time of auxin herbicides application on yield and yield components of wheat. *Iranian Journal of Weed Science*, *7*, 1-12. (in Persian with English abstract)
36. Tawaha, A. M., Turk, M. A. & Maghaireh, G. A. (2002). Response of barley to herbicide versus mechanical weed control under semi-arid conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *188*, 106-112. https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00546.x
37. Wehtje, G., & Gilliam, C. H. (2012). Cost-effectiveness of glyphosate, 2,4-D, and triclopyr, alone and in select mixtures for poison ivy control. *Weed Technology*, *26*(2), 469-473. https://doi.org/10.1614/WT-D-11-00183.1
38. Whitesides, R. E. (1983). Identification of growth stages of winter wheat and response to broad leaf herbicides. Proc. West. Soc. *Weed Science*, *36*, 123-124.
39. Zand, E., Mousavi, S., & Heidari, A. (2008). *Herbicides and Their Application*. Publications of Jahade Daneshgahi Mashhad, 567 pp. (in Persian).
40. Zheng, H. G., & Hall, J. C. (2001). Understanding auxinic herbicide resistance in wild mustard: Physiological, biochemical, and molecular genetic approaches. *Weed Science*, *49*(2), 276-281. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0276:UAHRIW]2.0.CO;2